

Clasificación de Laboratorios Virtuales de Química y Propuesta de Evaluación Heurística

Zulma Cataldi, Diego Chiarenza, Claudio Dominighini, Fernando J. Lage

zcataldi@frba.utn.edu.ar, diegochiarenza@yahoo.com.ar, cdominighini@frba.utn.edu.ar,
fernandojlage@frba.utn.edu.ar

Facultad Regional Buenos Aires. Universidad Tecnológica Nacional.

Resumen

La química es una disciplina que forma parte del diseño curricular de un gran número de carreras de universitarias y está presente en todos los aspectos de la vida cotidiana por lo que no se puede obviar su existencia. Con el uso de las computadoras han aparecido nuevas formas de aprendizaje para la enseñanza de la química que posibilitan su acercamiento a alumnos para quienes les resulta una asignatura muy poco interesante. En este contexto se presenta el relevamiento de los laboratorios virtuales químicos (LVQ) más apropiados en la enseñanza de la química. Se analizan las ventajas de su aplicación en el ámbito de la química básica y se delinean las pautas para su evaluación y selección de acuerdo a los indicadores escogidos, articulados con el marco teórico y de acuerdo con las dimensiones de análisis. Se propone una evaluación centrada en tres ejes: a) dimensiones tecnológicas y técnicas, b) dimensiones pedagógicas y c) otras dimensiones como costo y comercialización.

Palabras clave: Laboratorios virtuales químicos, Evaluación y selección

Contexto

En esta comunicación se describen los avances del PID: *La Didáctica de la Química y el uso de TICs en su enseñanza en cursos universitarios iniciales*, 2008-2011 TEUTNBA933 (Res. 2573/08) del Programa “Tecnología Educativa y enseñanza de la Ingeniería”. Este Proyecto está radicado en la Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Buenos Aires.

Introducción

Los LVQs son herramientas informáticas que aportan las TICs y simulan un laboratorio de ensayos químicos desde un entorno virtual de aprendizaje. Si bien se encuentran limitados en la enseñanza de ciertos aspectos relacionados con la práctica experimental de la Química, cuentan con virtudes dado que ofrecen más plasticidad que un laboratorio real en la enseñanza de esta ciencia. Estos programas informáticos se pueden

complementar con los laboratorios reales para mejorar y optimizar la enseñanza de la Química. Pueden tener diversos usos en los procesos de enseñanza y de aprendizaje dependiendo de los deseos de cada usuario y su perfil pedagógico, el rol que cumple en el proceso y otras variables. Las dificultades encontradas no son razones para no implementar el uso de los laboratorios reales en la enseñanza de la química o para que sean remplazadas por los LVQs, pero es una realidad que, teniendo en cuenta las dificultades que ofrecen los laboratorios reales, los LVQs son una alternativa complementaria válida que brindan ventajas tales como:

- La posibilidad de: a) trabajar en un ambiente de enseñanza e investigación protegido y seguro, b) realizar con los estudiantes un trabajo tanto individual como grupal y colaborativo, c) ofrecer a los estudiantes prácticas que por su costo no tendrían acceso en todos los colegios, d) poder reproducir los experimentos un número elevado de veces, e) extender el concepto de laboratorio al aula de clase a través del uso de una computadora en inclusive al domicilio de cada estudiante.
- Ofrece al estudiante una serie de elementos adicionales, como bloc de notas, calculadoras científicas y otros.
- Permite grabar los procesos seguidos durante la realización de la práctica por los estudiantes y obtener sus registros a fin de observarlos cuantas veces se requiera.
- Requiere de menos inversión de tiempo para la preparación de las experiencias y la recogida de los materiales (Cabero Almenara, 2007).

Además de estas ventajas, los LVQs también cuentan con dos enormes virtudes adicionales ya que permiten incrementar la motivación de los estudiantes debido a dos causas: a) las actitudes positivas que muestran hacia entornos tecnologizados y b) por la habilidad que inicialmente tienen en el manejo de simuladores e instrumentos informáticos, los estudiantes se encuentran totalmente capacitados para

desenvolverse rápida y fácilmente en este tipo de entornos tecnológicos.

Evaluar los LVQs significa utilizar *instrumentos*, planteados en el marco de cierta *estrategia*, que tienen como función obtener información respecto de determinados *indicadores* propuestos para analizar la calidad de alguna *dimensión* del programa informático en cuestión. Es necesario reflexionar, teorizar, buscar y finalmente constituir un plan que determine los instrumentos, la estrategia, los indicadores y las dimensiones para una buena evaluación que determine la calidad de los LVQs.

Dado que se observó la existencia de diferentes tipos de LQV, se llevó a cabo un relevamiento a través de Internet. Se ha observado que existe una gran cantidad de sitios en la web que se presentan como LVQs o que por los motores de búsqueda aparecen cuando se colocan las palabras *laboratorio*, *virtual* y *química* (en español, portugués e inglés) pero que no cumplen con las características básicas de lo que se conceptualiza en este trabajo como un LVQ. Muchos de ellos

son animaciones o videos de experiencias de laboratorio y otros son propuestas de actividades de laboratorio que si bien pueden tener relación no tienen aplicaciones multimedia más que algunas imágenes. Los LVQ que se encontraron en la web se pueden clasificar en tres tipos:

- Sitios o software que proponen información y actividades simples para resolver o prácticas de laboratorio pero en formato texto, son ilustrados con animaciones, imágenes o video, no proponen interactividad con el usuario o la interactividad es escasa y simple.*
- Sitios o software que utilizan simulaciones con interactividad con el usuario.*
- Sitios o software que son verdaderos simuladores de un laboratorio de química, teniendo en cuenta variedades estéticas, permiten la interacción virtual plena de los usuarios con materiales de laboratorio, reactivos y recipientes de vidrio entre otros.*

En la Tabla 1 se resumen sus características laboratorios del tipo c) y en las Figuras 1 a 7 se muestran los principales Laboratorios.

QuimiLab: Sitio perteneciente a una empresa colombiana llamada *CienyTec* destinada a la comercialización de artículos y software para la enseñanza de diversas disciplinas científicas y tecnológicas, además de idiomas. En este caso ofrecen un LVQ que brinda la posibilidad de hacer experiencias preestablecidas o crear nuevas, hay diversas versiones:

- Versión interactiva a través de Internet.
- Versión de instalación stand alone en un computador.
- Versión de licencias por aula.
- Versión en Internet: e-Learning.

Es dinámico e intuitivo a simple vista.

Idioma: Español, *disponible en:*

http://www.studyroomlabs.com/edu2_quimica_quimilab.htm (ver Figura 1).

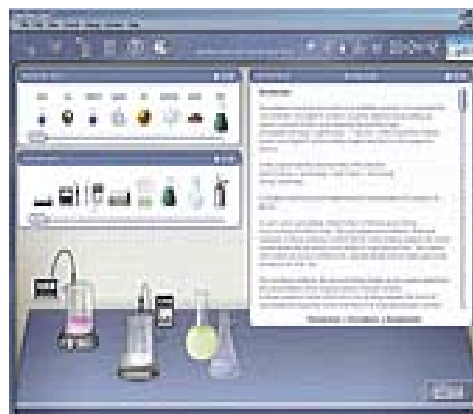


Figura 1: QuimiLab

VLabQ y QGenerator: Es un simulador creado por *Sibeas Soft* que utiliza equipos y procedimientos estándares para simular los procesos que intervienen en un experimento o práctica. La versión demo incluye 5 prácticas ya desarrolladas por los autores del programa pero con ninguna otra restricción y existe un programa complementario para generar las prácticas uno mismo llamado QGenerator, con lo cual da más valor al uso de este programa ya que el docente puede aplicar la utilización del mismo a cualquier tipo de práctica que vaya a llevar a cabo en clase, sobre todo cuando se necesita la utilización de componentes y soluciones peligrosas.

Idioma: Español, *disponible en:*

<http://www.sibeas.com/prog.php?id=7> (ver Figura 2).

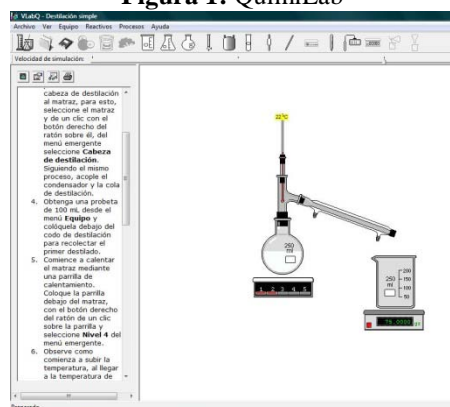


Figura 2: VLabQ

Virtual Chemistry Lab: Diseñado por un joven desarrollador de software búlgaro llamado Boyan Mijailov. Es un LVQ muy intuitivo y cuenta con una base de datos de reacciones. En general, los experimentos se llevan a cabo de manera muy simple y recuerda el trabajo de laboratorio real. El programa también incluye un asistente que avisa de todos los cambios en el programa. El programa ofrece varias herramientas como visualizador molecular, tabla periódica, tabla de solubilidad, tabla de la actividad oxidante y relativa e incluso un glosario. También cuenta con un editor de ecuaciones y un convertidor de unidades. Trae autoevaluaciones, una calculadora científica, ejercicios de laboratorio, tareas y un registro de laboratorio. *Idioma:* Inglés y Búlgaro, *disponible en:* <http://chemistry.dortikun.net/en/> (ver Figura 3).

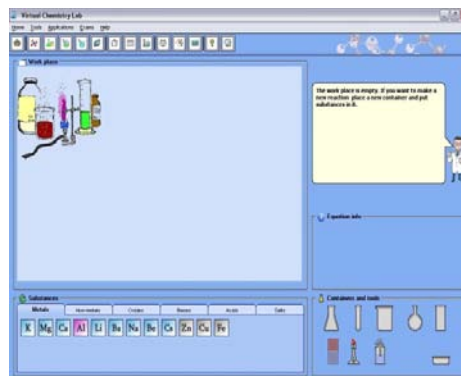


Figura 3: Virtual Chemistry Lab

IrYdium Chemistry Lab: Este LVQ está en sitio llamado *The ChemCollective* perteneciente a *National Science Digital Library* (NSDL) y es el resultado del proyecto *IrYdium* destinado a generar actividades de aprendizaje basadas en escenarios interactivos. Esta aplicación Java se puede utilizar on-line o se puede bajar al ordenador, es algo precario en el uso y la gráfica pero intuitivo. No trae prácticas de laboratorio preestablecidas, es decir que se trabaja libremente con materiales y reactivos. Viene en una diversidad importante de idiomas. Existe una versión de prueba 3D. *Idioma:* Español, Inglés, Portugués, Catalán, Francés, Alemán, Gallego, otros. *Disponible en:* <http://www.chemcollective.org/vlab/vlab.php?lang=es> (ver Figura 4).

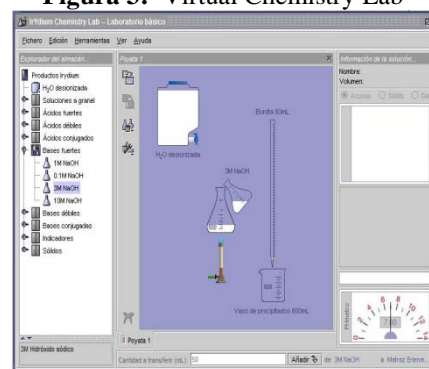


Figura 4: Virtual Chemistry Lab

Crocodile Chemistry: Es un LVQ muy completo en cuanto a cantidad de experimentos ya cargados, materiales y reactivos. La gráfica es bastante avanzada y dinámica, los experimentos son emulados con total realismo en el proceso. Las reacciones son recreadas de forma precisa pudiendo ver su evolución a lo largo del tiempo tan pronto como se mezclan los reactivos químicos. Se pueden modificar los parámetros de casi todos los componentes como también trazar gráficos para analizar los experimentos y examinar el movimiento y los enlaces de los átomos y moléculas utilizando animaciones en 3D. Su flexibilidad permite realizar una amplia gama de experimentos. *Idioma:* Español, Inglés, Portugués y otros. *Disponible en:* http://www.crocodile-clips.com/es/Crocodile_Chemistry/ (ver Figura 5).

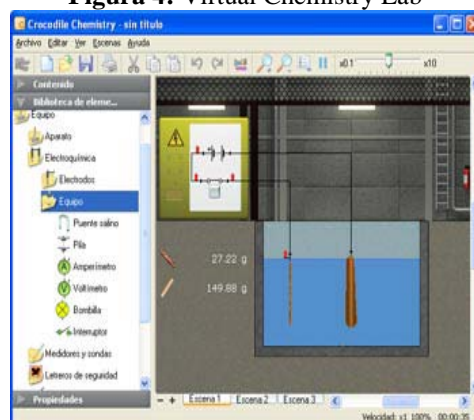


Figura 5: Crocodile Chemistry:

VirtualChemLab: Es un LVQ que viene en soporte CD y con un libro que trae algo de teoría y actividades. Es sumamente realista, en 3D, y da la sensación de estar efectivamente en el interior de un laboratorio. Fue desarrollado por la *Brigham Young University* y se comercializa vía internet y en librerías por editado por *Prentice Hall* de *Pearson Educación de México* en su versión en español. Es muy dinámico, intuitivo y la versión de Química General trae una serie de experimentos para realizar en cinco mesadas de trabajo, que diferencian las temáticas a abordar: Química Inorgánica, Calorimetría, Gases, Química Cuántica y Valoraciones. Viene también una versión de Química Orgánica además de otras disciplinas científicas como Física, Ciencias de la Tierra y Biología. *Idioma:* Inglés el software y el libro de actividades en español. *Disponible en:* <http://chemlab.byu.edu/> o en librerías. (ver Figura 6).



Figura 6: VirtualChemLab

ChemLab: Pertenece a una empresa llamada *Model Science Software*. Es un LVQ dinámico y potente. Además de elegir los módulos de simulación, el usuario puede crear también sus propios módulos, utilizando Lab Wizard, que es una especie de asistente de creación de simulaciones. Este asistente presenta un interfaz gráfico que permite programar nuevas simulaciones. Tiene las mismas características que otros básicamente en el uso y los materiales disponibles.

Idioma: Inglés y Español, *disponible en:*

<http://www.modelscience.com/products.html?ref=home&link=chemlab> (ver Figura 7).

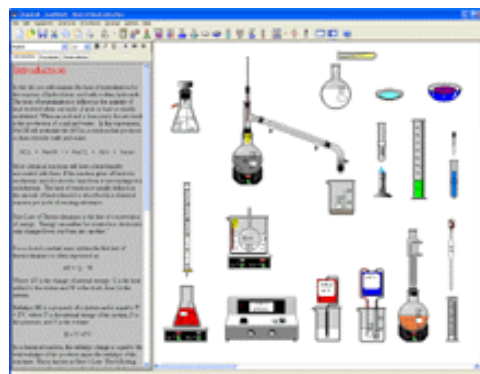


Figura 7: VirtualChemLab

Tabla 1: Características de los Laboratorios Virtuales

Líneas de investigación y desarrollo

- *Clasificación del software de Laboratorios Virtuales de Química*
- *Evaluación de Laboratorios Virtuales de Química*
- *Confección de planillas de evaluación de Laboratorios Virtuales de Química*
- *Aplicación de la planilla de Evaluación Heurística para Laboratorios Virtuales de Química*
- *Didáctica de la química con uso de tecnologías*

Para la evaluación de Laboratorios Virtuales de Química, se elaboró una planilla que está disponible en

<http://laboratorios.fi.uba.ar/lie/Publicaciones/PEH.Pdf> para la cual se definieron dimensiones e indicadores y la misma se puso a prueba.

Los próximos pasos en la investigación se pueden agrupar de acuerdo a los objetivos siguientes:

- Analizar las potencialidades cognitivas en el uso de Laboratorios Virtuales en química (LVQs) en el enseñanza.
- Estudiar el uso de modelos químicos y software para modelado de acceso libre.
- Evaluar los simuladores de procesos químicos y simuladores moleculares de acceso libre.
- Analizar las estrategias didácticas docentes y la percepción en el uso de las TICs.
- Delinear acciones formativas en *Didáctica de la química con uso de TICs*: La didáctica de la química es un campo de conocimiento relativamente nuevo que se nutre, para generar teoría y fortalecerse como disciplina científica, de investigaciones propias y de las investigaciones de la didáctica general. Se puede pensar en desarrollar esta epistemología de la práctica, buscando el tipo de saber, creencia, supuestos, intenciones y motivaciones en las acciones e intervenciones con apoyo de las TICs, sus variantes y potencialidades

Resultados y Objetivos

Se realizó un relevamiento a través de Internet y se observó que si bien existe una gran cantidad de sitios en la web que se presentan como LVQs, no todos ellos cumplen con las características básicas de lo que se conceptualiza en este trabajo como un LVQ. Algunos son simplemente animaciones o vídeos de experiencias de laboratorio y otros son propuestas de actividades de laboratorio.

Para la evaluación de los LVQs se propusieron una serie de dimensiones:

- *Dimensiones tecnológicas y técnicas:* Características técnicas y estéticas
Potencialidades tecnológicas
- *Dimensiones pedagógicas:* Objetivos y contenidos, Presentación, Organización y secuenciación de contenidos, Tratamiento instruccional de los contenidos, Usos en procesos formativos.
- *Dimensiones de otro tipo:* Identificación, Costo, Comercialización

El paso siguiente consistió en aplicar la planilla de evaluación propuesta a los LVQ definidos en el grupo (c) *Sitios o software que son verdaderos simuladores de un laboratorio de química, teniendo en cuenta variedades estéticas, permiten la interacción virtual plena de los usuarios con materiales de laboratorio, reactivos y recipientes de vidrio entre otros.*

A fin de poder estimar el nivel de impacto en la escuela media y en su articulación con la universidad, se dispuso de cinco profesores de Química (sujetos voluntarios) de escuelas de la zona norte y noroeste del Gran Buenos Aires (distritos de San Miguel, Malvinas Argentinas, José C. Paz y Tigre). Con ellos se puso en marcha la estrategia descrita, se les solicitó que se familiarizaran con el laboratorio virtual VLabQ¹ y que seleccionaran dos de los cursos donde dictan Química para implementarlo como recurso

¹Sibeas Soft. Disponible en <http://www.sibeas.com/prog.php?id=7>

didáctico en el abordaje de un contenido. La recolección de datos de los Test de Usuarios se realizó sobre un total de cinco docentes y diez cursos con la siguiente codificación: los docentes

Código de curso	1A	1B	2A	2B	3A	3B	4A	4B	5A	5B
Contexto de aplicación										
Curso	2º Polim.	2º Polim.	2º Polim.	2º Polim.	2º Polim.	2º Polim.	2º año	2º Polim.	2º Polim.	2º Polim.
Modalidad	Ec. y Gest.	Hum. y Soc.	Ec. y Gest.	Ca. Nat.	Hum. y Soc.	Ec. y Gest.	Sec. Básica	Hum. y Soc.	Ec. y Gest.	Ec. y Gest.
Gestión Educativa	Estatad	Estatad	Privada	Estatad	Estatad	Estatad	Estatad	Privada	Estatad	Estatad
Total de estudiantes por curso	25	22	27	19	23	22	32	24	27	22
Estudiantes que usaron el LVQ	20	22	23	15	19	18	29	24	20	22
% de estudiantes que usaron LVQ	80,00%	100,00%	85,19%	78,95%	82,61%	81,82%	90,63%	100,00%	74,07%	100,00%

Tabla 2: Resultados obtenidos

Los datos obtenidos se tabularon respondiendo a diferentes criterios para cada instrumento de recolección atendiendo al mejor procesamiento y exposición de los resultados. Así:

- En la Evaluación Heurística que es de tipo cualitativa y comparativa, los indicadores se agruparon según la dimensión de análisis a la que pertenecen y no se incluye ningún indicador de tipo cuantitativo.
- El Test de Usuario para los Docentes es de tipo cualitativo con una pequeña dosis de cuantificación, respecto a la cantidad de estudiantes de cada docente que participó en la experiencia, y de tipo comparativo en cuanto a la experiencia entre los cursos de cada docente donde se realizó el test.
- En el Test de Usuarios para los Estudiantes es netamente cuantitativo, se muestran las cantidades de estudiantes que respondieron de una u otra manera a determinados indicadores, se agregan datos porcentuales y se graficaron mostrando la contribución de cada dato numérico al total.

Los indicadores de los resultados que se mencionan son los que se plantearon en el diseño de la planilla de evaluación.

Formación de recursos humanos

La producción del grupo de investigación se plasma a través de comunicaciones a eventos y artículos (Cataldi *et al.*; 2008, 2009, 2010), formación de los investigadores y tecnólogos participantes en el proyecto y dos tesis de grado en desarrollo en: *Diseño y Evaluación de Laboratorios Virtuales* de Diego Chiarenza de la Licenciatura en Tecnología Educativa (UTN-FRBA) y *Aplicación para determinación de calidad de productos a través de descenso crioscópico* de Esther Voiro de la Licenciatura en Ciencias Aplicadas (UTN-FRH). El Lic. Oscar Bruno se incorporó al grupo en 2010 y está esperando la fecha de la defensa de su tesis doctoral basada en TICs. También se incorporó recientemente en el área de TICs en la enseñanza

se numeraron de 1 a 5 y cada uno de sus cursos A y B, como se muestra en la Tabla 2.

de la Química, la maestrando Ing. María Paula Bonini.

Referencias

- Cabero Almenara, J. (2007), *Las TICs en la enseñanza de la química: aportaciones desde la Tecnología Educativa* en Bodalo, A. y otros (editores) (2007): *Química: vida y progreso*, Asociación de Químicos de Murcia, Murcia.
- Cataldi, Z.; Donnamaría, C. y Lage, F. (2008). *Simuladores y laboratorios químicos virtuales: Educación para la acción en ambientes protegidos*. Quaderns Digitals Número 55, diciembre. Páginas 1-10.
- Cataldi, Z.; Chiarenza, D.; Dominighini, C.; Donnamaria, M. y Lage, F. 2010. TICs en la enseñanza de la química. Propuesta para selección del Laboratorio Virtual de Química (LVQ). WICC . 5 y 6 de mayo. El Calafate.
- Galagovsky, L. R. (2005): *La enseñanza de la química pre-universitaria: ¿qué enseñar, cómo, cuánto, para quiénes?*, Revista QuímicaViva, Volumen 1, Año 4
- Galagovsky, L. R. (2007): *Enseñar química vs. aprender química: una ecuación que no está balanceada*, Revista QuímicaViva, Volumen 6, número especial: Suplemento educativo
- Lage (2001) *Ambiente distribuido aplicado a la formación/capacitación de RR HH. Un modelo de aprendizaje cooperativo-colaborativo* Tesis de Magíster en Informática. Facultad de Informática. UNLP.
- Macedo, B (2006): *Habilidades para la vida: contribución desde la educación científica en el marco de la Década de la educación para el desarrollo sostenible*. Disponible en http://portal.unesco.org/geography/es/ev.php-URL_ID=9910&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html consultado el 16/10/2010
- Rodriguez, P. y Nussbaum, M. (2010) *Assessing Impact of ICT on the quality of education*. Conferencia Internacional. El impacto de las TICs en educación. Brasilia 26-29 de abril
- Séré, M. (2002): *La enseñanza en el laboratorio. ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y actitudes hacia la ciencia?*, Revista Enseñanza de las Ciencias 20 (3), Barcelona.